

# VOLUMEN - 2

## PRESUPUESTO

AUTOR: SERGIO CABAÑES ROSELL

DIRECTOR: MIGUEL SÁNCHEZ SOTO

TITULO: DISEÑO DE UN MOLDE PARA  
LA INYECCIÓN DE UNA PIEZA  
DE PLÁSTICO.

CONVOCATORIA: FEBRERO 2010

## ÍNDICE

<b>1. PRESUPUESTON.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. DISEÑO DEL MOLDE.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. MATERIALES.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. MECANIZADO.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4. TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y QUÍMICOS.....</b>	<b>7</b>
<b>1.5. MONTAJE Y AJUSTE DEL MOLDE.....</b>	<b>8</b>
<b>1.6. PRESUPUESTO TOTAL.....</b>	<b>9</b>
<b>1.7. VALORACIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>2. COSTE DE INYECCIÓN Y COSTE UNITARIO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1. COSTE DE INYECCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2. COSTE UNITARIO.....</b>	<b>12</b>

## **1. PRESUPUESTO.**

Se realizara un presupuesto aproximado del diseño del molde, materiales, mecanizado, montaje y ajuste para hacerse una idea del coste de fabricación del molde. A causa de la multitud de procesos y materiales que entran en juego resulta complicado fijar un precio exacto. De manera que en muchas ocasiones el coste final del molde puede presentar pequeñas variaciones respecto del presupuesto. Generalmente el causante de estas variaciones son errores en el cálculo de horas de mecanizado ya que las horas calculadas siempre son estimadas y es difícil hacer un cálculo exacto. También durante la fabricación del molde pueden surgir imprevistos que pueden cambiar los planes de producción y en consecuencia el coste final.

También se hará una valoración del precio y se calculará el precio unitario para la fabricación de la pieza en POM y el tiempo de amortización del molde.

Para realizar el presupuesto se ha dividido en diferentes fases:

- Diseño del molde.
- Materiales.
- Mecanizado.
- Tratamientos térmicos.
- Montaje y ajuste del molde.

Para poder reducir los costes lo máximo posible, en la selección de materiales, se ha recurrido a catálogos con diferentes piezas normalizadas que no tendrán que pasar ningún proceso, piezas que son directamente para el montaje del molde y otras piezas que se intentan obtener lo más parecido a las necesidades que se buscan para tener que hacer el mínimo de modificaciones.

## 1.1. DISEÑO DEL MOLDE.

Esta es la primera fase del proyecto y engloba la proyección, dibujo en AUTOCAD y programas de mecanizado (CAD-CAM). El total de horas dedicado es de 265 horas que se facturan a 35 euros.

9.275,00 Euros

## 1.2. MATERIALES.

Esta fase es la obtención del material que se utilizará para la construcción del molde sin ningún tipo de mecanizado. En este caso obtenidos del catalogo SUMOLMA, distribuidor de piezas dedicadas a la fabricación de moldes. Se mostrará cada pieza con su referencia, la cantidad y el precio de cada una. Como resultado se podrá ver el desembolso total solamente en materiales que se tiene que realizar para la construcción del molde. Algunas de las piezas no tienen que ser mecanizadas así que se guardarán hasta que el molde sea montado.

<b>Nº</b>	<b>Denominación</b>	<b>Ref./Norma</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio UNID. (Euros)</b>
-	Molde Prefabricado	345x345/ DIN 1.1730	1	1200,00
7	Guía molde	GC 94x70/ DIN 1.7264	4	27,54
9	Casquillo molde	CV 55/ DIN 1.7264	4	28,29
24	Columna de apoyo placa expulsión.	CA/30x150/ DIN 1.7242	4	18,51
19	Expulsor nitrurado	AP/2.75x160/ DIN 1.2344	6	6,22
27	Cáncamo	Cáncamo/M16	2	5,86
33	Placa para corredera 1	P-165x80x95/ DIN 1.2344	1	215,12
29	Placa para corredera 2	P-115x50x90/ DIN 1.2344	1	215,12

28	Guía correderas 1 y 2	G2/ 10 x 130/ DIN 1.7242	3	15,27
30	Posicionador de bola	PB/ M.6	3	8,55
5	Cilindro Hidráulico	CHL 3-16	1	381,93
34	Placa cilindro hidráulico	P-100x15x3/ DIN 1.1730	1	7,09
12	Disco Centrador	DC/135x8 / DIN 1.1730	1	28,54
20	Tornillo allén M12 x 45	DIN 912	2	0,44
13	Bebedero	B6/38x4.5x76/ DIN 1.7242	1	69,45
26	Patas molde M20 x 30	DIN 1.1730	4	0,51
23	Tornillo allén M7 x 36	DIN 912	4	0,42
36	Placa cierre de seguridad	P-110x40x10/ DIN 1.1730	1	3,50
35	Tornillo allén M8 x 17	DIN 912	2	0,37
6	Tornillo allén M7 x 30	DIN 912	4	0,40
14	Placa corredera 3	P-50x30x28/ DIN 1.2344	1	45,61
37	Placa corredera 4	P-50x30x28/ DIN 1.2344	1	45,61
18	Muelle carga ligera	Muelle ligero/ 13x32	2	11,03
17	Varilla roscada para corredera 3 y 4	M5 x 50/ DIN 1.2344	2	3,15
16	Placa media correderas 3 y 4	P-42x28x6/ DIN 1.2344	4	49,12
38	Placa exterior corredera 3 y 4	P-70x28x6/ DIN 1.2344	2	52,35
39	Placa cuerpo corredera 3 y 4	P-50x50x28/ DIN 1.2344	2	92,01
15	Guía correderas 3 y 4	G2/ 5 x 30/ DIN 1.7242	4	13,22
40	Tornillo allén cabeza avellanada M3 x 8	DIN 7991	16	0,23
25	Boquilla refrigeración macho	BMR 1/8	6	1,83
41	Tapón cónico	Tapón/ 1/8	1	0,23

**PRECIO TOTAL DE MATERIALES:**

3.218,10 Euros

### 1.3. MECANIZADO.

Una vez obtenidas todas las piezas según el fabricante se envían a mecanizar junto a los planos diseñados, para obtenerlas tal y como se desea. El cálculo de las horas de mecanizado resulta complicado y siempre se suele hacer una estimación de cuantas horas mas o menos se va a tardar. Muchos moldistas suelen guiarse por otros moldes que ya se han realizado y que saben cuantas horas se tardará en hacer según que faena. Cada proceso y especialización tiene un coste diferente, una misma pieza puede pasar por diferentes procesos o tratamientos hasta llegar a su forma final, estos son algunos de los procesos por los que suelen pasar:

- **Fresado** es el procedimiento de fabricación por arranque de viruta mediante el cual una herramienta (fresa o cortador) provista de múltiples aristas cortantes dispuestas simétricamente alrededor de un eje que gira con movimiento uniforme y arranca el material a la pieza que es empujada contra ella.
- **Electroerosión:** es un proceso de fabricación, también conocido como Mecanizado por Descarga Eléctrica o EDM. El proceso de electroerosión consiste en la generación de un arco eléctrico entre una pieza y un electrodo en un medio dieléctrico para arrancar partículas de la pieza hasta conseguir reproducir en ella las formas del electrodo. Ambos, pieza y electrodo, deben ser conductores, para que pueda establecerse el arco eléctrico que provoque el arranque de material.
- **Electroerosión por hilo:** Es un desarrollo del proceso anterior, más moderno, que sustituye el electrodo por un hilo conductor, este proceso tiene mejor movilidad. Las tasas de arranque de material con hilo rondan los 350 cm<sup>3</sup>/h.
- **Torneado:** Proceso en el que una herramienta de corte ataca la superficie de un componente giratorio, con el fin de cortar una espira de metal (hélice) del mismo, como resultado de la sincronización del movimiento axial de la herramienta y el componente y la rotación de este último, caracterizado porque por lo menos la profundidad del corte realizado por la herramienta y el engrane en el componente son controlados.

- **Rectificado:** Tiene por finalidad corregir las imperfecciones de carácter geométrico y dimensional que se producen durante las operaciones de fabricación de piezas, ya sea por maquinado o por tratamiento térmico, este último es importante para el acero (placas del molde). Con el rectificado podemos dar las tolerancias específicas según el diseño.
- **Taladrado:** es una operación de maquinado con arranque de viruta que consiste en producir un agujero en una pieza de trabajo. El taladrado se realiza por lo general con una herramienta cilíndrica rotatoria, conocida como broca, la cual tiene dos bordes cortantes en sus extremos. Es considerado como uno de los procesos más importantes debido a su amplio uso.

Independientemente del proceso que se vaya a realizar para cada una de las piezas que tengan que ser mecanizadas, el precio hora será el mismo para todos los procesos, que será de 35 euros/hora.

Los procesos que ocuparan la mayoría de las horas a la construcción del molde son los de fresado, electroerosión por penetración y electroerosión por hilo, pero también intervendrán otros procesos que son el torneado, taladrado y rectificado.

PROCESO	ELEMENTO	HORAS
Fresado	Agujero central placa H, agujero columnas placa J, extractores placa L, bebedero y centrador placa D.	30
	Correderas.	100
	Guías correderas.	50
Electroerosión por hilo	Placas E y F.	150
	Noyo, expulsores	80

<b>Electroerosión por penetración</b>	Figuras en placas E y F.	300
<b>Taladrado</b>	Sistema refrigerado en Placa E y Placa F.	30
	Agujeros de los tornillos para centrador, seguro molde, patas, cilindro hidráulico, cáncamos y correderas 3 y 4.	50
<b>Rectificado</b>	Placas E y F y correderas.	30
<b>TOTAL:</b>		820

**Precio total del mecanizado:**

**28.700,00 Euros**

#### 1.4. TRATAMIENTOS TÉRMICOS y QUÍMICOS.

Mediante los tratamientos térmicos se modificaran las propiedades de los acero, obteniendo un acero mas resistente, y así las piezas podrán realizar con garantías los trabajos para los que han sido diseñadas.

Los tratamientos que se aplicarán son los siguientes:

- Templado y Revenido: Figuras, noyo a 52-54 HRc.



- Nitrurado, es un tratamiento de endurecimiento superficial que permite obtener una dureza de 70 HRc. También garantiza una gran resistencia al desgaste, de manera que aplicaremos este tratamiento a los elementos sometidos a grandes esfuerzos de fricción como son las correderas: cuerpo de las corredera y guías de las correderas.

**Precio total del tratamiento térmico y químico:**

800,00 Euros

## **1.5. MONTAJE Y AJUSTE DEL MOLDE.**

Una vez se tienen todas las piezas tal y como se desean, se pasa al montaje y ajuste. En esta fase, se realiza el montaje general pieza a pieza del molde de forma que su funcionamiento sea el correcto, es decir, asegurándose de que todo encaja, no hay juego donde no debe haberlo, que el cierre es el correcto para asegurar una buena inyección y una buena calidad a la hora de la fabricación de la pieza. En este proceso, te aseguraran que el molde esta en optimas circunstancias para ser utilizado en un buen funcionamiento, que el ensamble es el correcto y que todo encaja perfectamente, incluyendo bebedero, disco centrador respecto a la inyectora. Se podría decir que se tiene el molde finalizado y preparado para su utilización.

El cálculo aproximado de montaje y ajuste del molde sería de 100 horas a un precio de 40 euros la hora.

**Precio total del montaje y ajuste del molde:**

4.000,00 Euros

## 1.6. PRESUPUESTO TOTAL.

A continuación se mostrará el presupuesto total en una tabla con todos los precios de las diferentes fases para la construcción del molde y se le añadirá el importe del IVA del 16%.

CONCEPTO	IMPORTE (Euros)	IMPORTE + IVA (16%)
Diseño del molde	9.275,00	10.759,00
Materiales	3.218,10	3.733,00
Mecanizado	28.700,00	33.292,00
Tratamientos Térmicos y Químicos	800,00	928,00
Montaje y Ajuste del molde	4.000,00	4.640,00
<b>PRESUPUESTO TOTAL:</b>	<b>45.993,10</b>	<b>53.352,00</b>

El precio total del molde con IVA incluido es de :

53.352,00 Euros

## 1.7. VALORACIÓN.

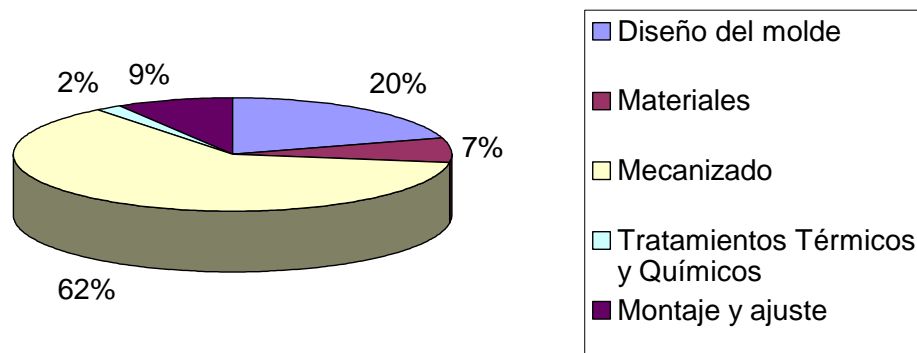
Como se puede ver y como ya se sabía desde el principio, es en el mecanizado donde va a parar la mayor parte del presupuesto, en este caso el 62%. En el mecanizo, no se pueden reducir costes ya que cada pieza es un mundo y cada molde para fabricarla es totalmente diferente.

El diseño juega un papel muy importante en el desarrollo del molde y por eso representa el 20% del total del presupuesto ya que todo tiene que estar perfecto para que no salgan problemas posterior y eso son horas comprobándolo todo.

Hoy en día debido a la gran oferta de piezas normalizadas y de talleres de tratamiento de metales, los costes se han reducido mucho y eso se puede ver en el presupuesto con tan solo un 7% de gasto en los materiales y un 2% en los tratamientos.

En el siguiente gráfico se puede ver la representación gráfica del coste de producción del molde para cada uno de los procesos que intervienen.

**Presupuesto molde Inyección**



## 2. COSTE DE INYECCIÓN Y COSTE UNITARIO

En este apartado ara una estimación de la inversión necesaria para fabricar la pieza y el precio de esta para amortizarla.

### 2.1 COSTE DE INYECCIÓN

Para poder calcular el coste de la inyección haremos una estimación del número de piezas a fabricar al año. También necesitaremos el peso de la pieza y la colada y precio del material.

- Número estimado de piezas al año: 100.000 piezas.
- Número de piezas por ciclo: 1.
- Tiempo de ciclo estimado: 40 segundos.
- Volumen aproximado de la pieza:  $67,2 \text{ cm}^3$ .
- Volumen aproximado de la colada:  $3,50 \text{ cm}^3$ .
- Densidad del POM:  $1,43 \text{ g/cm}^3$
- Precio del POM: 3,10 euros /Kg
- Precio hora inyectora: 30 euros.

- Peso de la pieza + la colada:  $67,2 \times 1,43 + 3,50 \times 1,43 = \mathbf{101,1 \text{ gramos}}$
- Material necesario para fabricar las 100.000 piezas:  $101,1 \text{ gramos} \times 100.000 \text{ piezas} = 10.110.000 \text{ gramos} = \mathbf{10.110 \text{ Kg.}}$
- Inversión necesaria solo en material plástico=  $10.110 \text{ Kg} \times 3,10 \text{ €/Kg} = \mathbf{31.341 \text{ euros.}}$
- Tiempo necesario para fabricar las 100.000 piezas:  $40 \text{ segundos/ciclo} \times 100.000 \text{ piezas} = 4.000.000 \text{ segundos} = \mathbf{1.112 \text{ horas}}$
- Coste de fabricación de las 100.000 sin el coste del material:  $1.112 \text{ horas} \times 30 \text{ euros/hora} = \mathbf{33.360 \text{ euros}}$

La inversión total necesaria para fabricar 100.000 piezas sería de:

$$31.341 \text{ euros} + 33.360 \text{ euros} = \mathbf{64.701 \text{ Euros}}$$

## 2.2 COSTE UNITARIO

Para calcular el precio unitario de cada pieza, hay que saber el precio que cuesta fabricar una pieza y los beneficios que queremos conseguir por cada una.

- Coste unitario:

$$\frac{64701}{100000 \text{ piezas}} \cong 0,64701 \text{ € / pieza}$$

- Coste unitario para amortizar el molde en 1 año:

$$\frac{64701 + 53352}{100000 \text{ piezas}} \cong 1,18053 \text{ € / pieza}$$

- Coste unitario para amortizar el molde en 1 año + un 40% de beneficio + 16% de IVA:

$$\frac{64701 + 53352}{100000 \text{ piezas}} \cong 1,18053 \text{ € / pieza} + (1,18053 \times 0,40) +$$

$$+ (1,18053 \times 0,16) = \mathbf{1,8416 \text{ € / pieza}}$$